

Über Erweichungsherde in Dosenwürstchen
unter besonderer Berücksichtigung
des lufthaltigen Kopfraumes der Dosen

KURT BAUER

1960

Aus dem Institut für Nahrungsmittelkunde
der Tierärztlichen Fakultät der Universität München
Vorstand: Prof. Dr. L. Kotter

Über Erweichungsherde in Dosenwürstchen
unter besonderer Berücksichtigung
des lufthaltigen Kopfraumes der Dosen

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der veterinär-medizinischen Doktorwürde
der Tierärztlichen Fakultät
der Ludwig-Maximilians-Universität München

von
KURT BAUER
Kulmbach

1960



Gedruckt mit Genehmigung der Tierärztlichen Fakultät
der Universität München

Dekan: Prof. Dr. Karl Zipf

Referent: Prof. Dr. Ludwig Kotter

Tag der Promotion: 27. VII. 1960

Druck: Buchdruckerei Albert Hertel, Kulmbach



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Inhaltsverzeichnis

	Seite
A. Einleitung	7
B. Literatur	
1. Erweichungsherde in Dosenwürstchen	7
2. Bedeutung des lufthaltigen „Kopfraumes“ für den Doseninhalt	8
3. Wärmegang in Dosenwürstchen	9
4. Einfluß des Nitritgehaltes auf den Keimgehalt in gepökelten Fleischwaren und Wirkung eines Kopfraumes auf den Abfall des Natriumnitritgehaltes in Dosenwürstchen	10
C. Eigene Untersuchungen	
1. Untersuchungen über den Wärmegang in Würstchendosen . . .	12
2. Einfluß des „Kopfraumes“ auf die Hitzeabtötung aerober und anaerober sporenbildender Keime	18
3. Einfluß des Nitrits auf den Keimgehalt in gepökelten Fleisch- waren und Wirkung eines „Kopfraumes“ auf den Abfall des Natriumnitritgehaltes in Dosenwürstchen	28
D. Diskussion der Ergebnisse	32
E. Zusammenfassung der Ergebnisse	35
F. Literaturverzeichnis	36
G. Lebenslauf	40

A. Einleitung

Dosenwürstchen zählen zu den sogenannten „Halbkonserven“, weil die Erhitzungstemperaturen, die bei der Herstellung angewendet werden, aus technologischen Gründen unter denen bleiben müssen, die für die Abtötung hitzeresistenter Sporen notwendig wären. Gerade sporenbildende Keime sind aber für die Zersetzung des Wurstgutes mit oder ohne Gasbildung verantwortlich. In neuerer Zeit haben „partielle Erweichungen“ des Wurstgutes gegenüber Bombagen größere Bedeutung erlangt (47, 26, 52). Diese Proteolyse ohne gleichzeitige Gasbildung macht den Fabrikanten große Sorgen, weil die Dosen, in denen sich solche Eiweißzersetzungen abspielen, äußerlich keine Mängel zeigen und deshalb auch nicht aussortiert werden können. Am Institut laufen bereits seit 1955 in Zusammenarbeit mit einigen größeren Fleischwarenfabriken Untersuchungen, welche die Ursache aufklären und Empfehlungen für deren Verhinderung erbringen sollen. In der vorliegenden Arbeit sollten einige Erkenntnisse an Modellen belegt werden.

B. Literatur

1. Erweichungsherde in Dosenwürstchen.

Bei der gewerbeüblichen „Sterilisation“ der Dosenwürstchen werden nicht alle Keime abgetötet. Insbesondere die Erhitzung im offenen Kessel bei 100 ° C ermöglicht nur eine unvollständige Abtötung der Sporen. Der Anwendung höherer Temperaturen sind selbst im Gegendruckautoklaven Grenzen gesetzt, da es leicht zum Platzen der Wursthüllen kommt und zur Beeinträchtigung des Wurstbrätgefüges (40). Es ist nicht möglich, kritische Temperaturen von 108 — 110 ° C zu überschreiten, um damit eine völlige Keimfreiheit zu erreichen.

Bakterielle Zersetzungen sind deshalb bei dieser Konservenart nicht auszuschließen. Neben den bekannten Bombagen waren in den letzten Jahren vermehrt umschriebene Erweichungen zu beobachten.

Die partielle Erweichung bei Dosenwürstchen zeichnet sich durch eine breiige, häufig scharf begrenzte Erweichung des Wurstgutes aus, die meist ohne äußerlich sichtbare Anzeichen einer Bombage auftritt.

Bei den Untersuchungen im Institut war bald zu erkennen, daß die Erweichungsherde meist entweder mit Lufteinschlüssen in den Würstchen in

Verbindung standen oder aber sie hatten dort begonnen, wo die Würstchen bei ungenügendem Aufguß aus der Lake herausragten. In einem Versuche, über den K o t t e r (24) 1956 berichtete, war letzteres zu bestätigen: In allen Dosen, die nur zur Hälfte mit Lake gefüllt worden waren, zeigte sich Erweichung der Würstchen, während bei den aufgefüllten selbst nach fünf-tägiger Bebrütung bei 37° C keinerlei Zersetzungen aufgetreten waren. Ob die Wärmeleitung beeinträchtigt war oder ob serobe Bedingungen diese Art der Eiweißzersetzung begünstigt hatten, war offen geblieben. In der Fleischerfachpresse (26, 52) ist zwar über die bakterielle Zersetzung von Dosenwürstchen bis zur völligen Erweichung ohne Gasbildung und Bombage berichtet worden, derartige Zusammenhänge waren jedoch nicht beobachtet worden.

S c h ö n b e r g (45) führte die breiige, scharf abgegrenzte Erweichung des Wurstgutes bei einzelnen Bockwürsten, die besonders häufig bei Würsten in großen Gebinden (40—80 Stück) angetroffen wurde, auf die Verwendung von solchen Gewürzen zurück, die mit Keimen aus der Gruppe der Mesentericus-Subtilis-Bazillen verunreinigt sind. Die Zersetzungen verliefen ohne jegliche äußeren Bombageerscheinungen. Die von S c h ö n b e r g und W a l z (46) beschriebene partielle Erweichung von Mortadella in Dosen, verlief ebenfalls zum Teil ohne Bombage; als Erreger wird Bac. coagulans (47) angegeben; als Infektionsquelle die in der Wurstmasse verarbeiteten Pistazien.

L e r c h e (29) berichtete von einem Weichwerden des Wurstgutes im Innern der Dosenwürstchen, bei dem oft nur kleine umschriebene, grau-grünlich demarkierte Stellen betroffen waren. Diese Zersetzungen sollen vornehmlich von Hohlräumen ausgehen, deren Inneres zuerst feucht und schmierig wird. S u m m e r m a t t e r (50) beschrieb eine Massenerweichung der Wursthüllen bei Bratwürsten in Dosen durch Bac. subtilis.

Schließlich wies H a u k e (15) auf Erweichungen hin, die von den Wurstenden ausgehen, wenn diese in den Dosen von der Salzlake nicht bedeckt werden. In jüngster Zeit erst beschrieb J a r e m k o (19) Erweichungen in Dosenwürstchen mit und ohne Bombageerscheinungen, die durch anaerobe und aerobe Sporenbildner hervorgerufen wurden. In ersterem Falle waren hauptsächlich Clostridien die Verderbniserreger, während bei einem Überwiegen der Keime der Mesentericus-Subtilis-Gruppe die Zersetzungen ohne Gasbildung auftraten. Als Ursache gibt er keimhaltige Gewürze, Kochung im Wasserbad bei nur 100° C, zu enge Packung, zu warme Lagerung und stark sporenhaltige Saitlinge an.

2. Die Bedeutung des lufthaltigen „Kopfraumes“ für den Doseninhalt.

Würstchendosen, die nicht voll mit Lake aufgefüllt werden, enthalten nach dem Verschließen eine größere Menge Luft. Dieser als „Kopfraum“

bezeichnete, lakefreie Raum kann auch durch eine Luftblase gebildet werden, die bei zu dichter Packung der Würstchen entsteht. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, daß Verschußmaschinentypen verwendet werden, bei denen die Dose rotiert und durch die Zentrifugalkraft Lake verloren geht. Den Herstellern ist schon seit langem bekannt, daß der „Kopfraum“ die Haltbarkeit des Füllgutes beeinflußt. Auch in der Literatur wurde wiederholt darauf hingewiesen, daß Luftinseln unbedingt zu vermeiden sind.

Nach Schönb erg (41, 43, 44) soll die Lake Aussehen, Konsistenz und Geschmack der Würstchen erhalten. Auch der Wärmegang werde durch die Flüssigkeit verbessert. Außerdem würden Lufteinschlüsse in der Dose den Fäulnisereignissen der Mesentericus-Subtilis-Gruppe erst die Möglichkeit einer Auskeimung bieten (42). Auch Grüttn er und Schwerdt (14) fordern die Vermeidung von Luftinseln in den Dosen. Ebenso wird in der Fleischerfachpresse mehrmals darauf hingewiesen, wie wichtig es ist, zur Verhütung des Verderbens die Dosen bis zum Rand mit Lake zu füllen (32, 33, 34, 35, 36). Nach Fl a t n i t z e r (8) ist die Keimfreimachung der Dosen mit eingeschlossener Luft erschwert. Die von K o t t e r (24) und H a u k e (15) geforderte völlige Bedeckung der Würstchenenden mit Lake, um die vom Kopfraum ausgehende bakterielle Erweichung zu vermeiden, sei auch in diesem Zusammenhang erwähnt. H e i n e hatte schon zwei Jahrzehnte früher bei Dosenwürstchen auf die Lake verzichtet, die Würstchen trocken eingefüllt, aber die Luft zum Zwecke der Konservierung während des Verschließens der Dosen evakuiert (16) beziehungsweise durch Kohlendioxyd oder Stickstoff ersetzt (17).

3. Wärmegang bei Dosenwürstchen.

Die Wärmeübertragung erfolgt bei Dosenfleischwaren hauptsächlich durch Wärmeleitung, wobei zu beachten ist, daß die Leitfähigkeit bedeutend geringer ist, als die für Wasser (18). Die gewünschte Kerntemperatur wird nämlich bei vorwiegender Wärmeleitung erst viel später erreicht, als bei der in einer Flüssigkeit möglichen Konvektion. R i e v e l (39) teilt dabei den Wärmegang in drei Phasen ein:

1. die langsame Erwärmung durch Konduktion,
2. den schnelleren Temperaturanstieg durch Vektion über die Flüssigkeit, die sich infolge der Erwärmung abgeschieden hat (meist Brühe und Fett) und
3. den allmählichen Ausgleich von Innen- und Außentemperatur.

Als wichtigster Punkt sei dabei der Wärmetransport über die Flüssigkeit anzusehen, da hierbei der schnellste Temperaturanstieg zu verzeichnen ist.

G r u b e r (13) hatte schon 1908 festgestellt, daß die Flüssigkeitszirkulation den Wärmegang in hohem Maße beeinflußt. M u n t s c h (31) zeigte, daß der Zusatz einer 3⁰/oigen Kochsalzlösung den Wärmeausgleich beschleunigt.

nigt, so daß in der Dose alle Stellen infolge der rasch vermittelnden Strömung gleichmäßiger auf dieselbe Temperatur gebracht werden. Das gelte besonders für Würstchenkonserven, denn selbst bei der Füllung mit Würstchen trete der Ausgleich an allen Stellen fast gleichzeitig ein. Ein sogenannter „ungünstiger Punkt“ entstehe dabei kaum. Auch R i e v e l (38) bezeichnet den Wärmegang bei Dosenwürstchen als gut und schreibt dabei der Aufgußlake diese günstige Eigenschaft zu. Nach seinen Angaben sind 23 (300-g-Dosen) bis 35 (3600-g-Dosen) Minuten nötig, um im Innern der Würstchen die Autoklaventemperatur zu erreichen.

Bei diesen Angaben ist jedoch ein eventueller Luftraum in der Dose außer Acht gelassen worden. Nachdem nun Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, kann angenommen werden, daß sie einen wärmegangsverschlechternden Einfluß auf den Doseninhalt nimmt und damit natürlich gleichzeitig den Sterilisationseffekt beeinträchtigt.

E v a n s und B o a r d (7) stellen für Konservendosen mit lufthaltigem Kopfraum folgende Haupteigenschaften heraus:

1. der Punkt für die langsamste Erhitzung liegt nicht mehr im Zentrum.
2. der Luftraum stellt einen Hitzeleistungswiderstand dar, der die tatsächlichen Abtötungszeiten größer werden läßt, als die der Dosengröße entsprechend berechneten. Besonders wirksam werde dieser Effekt bei niedrigen, d.h. mehr quadratischen Dosenformaten.

Auch nach S c h ö n b e r g (42) ist ein größerer Hohlraum zwischen Deckel und Konservengut nachteilig, weil in lufthaltigen Dosen der Wärmegang niemals gleichmäßig sei und die Keimabtötung vermindert werde.

Es wäre also zu untersuchen, ob in den Teilen der Dosenwürstchen, die in den lakefreien Raum ragen, eine schlechtere Wärmeleitung gegeben ist und dann infolge lokaler Untersterilisation eine Prädispositionsstelle für bakterielle Zersetzung entsteht.

4. Einfluß des Nitritgehaltes auf den Keimgehalt in gepökelten Fleischwaren und Wirkung eines Kopfraumes auf den Abfall des Natriumnitritgehaltes in Dosenwürstchen.

Die Wirkung der Pökelsalze auf das Bakterienwachstum ist häufig und unter verschiedenen Gesichtspunkten untersucht worden. Besonders dem Nitrit wird dabei eine fäulnishemmende, hauptsächlich gegen Anaerobier gerichtete Wirkung zugesprochen. Die wirksamen Konzentrationen werden allerdings sehr unterschiedlich angegeben. K o l l e r (23) schreibt, daß 0,03 % Anfangskonzentration beim Pökeln das Verderben hindern. Er gibt für die typische Nitritpökelung einen Anfangsgehalt von 0,05 % an, so daß demnach normalerweise mit einer keimhemmenden Wirkung zu rechnen sei. L e c h o w i c h, E v a n s und N i v e n (27) finden sogar noch bei 2 g/g Fleisch

(0,0002 %) einen das anaerobe Wachstum verhindernden Effekt des Nitrits. Evans und Tanner (6) kommen dagegen zu dem Schluß, daß keine handelsübliche Konzentration von Pökelsalzen das Wachstum von Anaerobiern völlig zu hemmen vermag. Bei der Untersuchung lagerfähiger, gepökelter Fleischwaren in Dosen stellten Siliker, Greenberg und Schack (48) fest, daß fast immer eine kleine Anzahl lebensfähiger aerober und anaerober Sporen vorhanden ist. Daß dabei trotzdem eine ausreichende Haltbarkeit zustandekommt, wird der keimhemmenden Wirkung der Pökelfstoffe zugesprochen. Die gleiche Meinung äußern Burke, Steinkraus und Ayres (4), sowie Yesair und Cameron (53). Diese Autoren mußten gepökelttes Fleisch 1 : 8 bis 1 : 10 mit Nährlösung verdünnen, um ein Auskeimen der darin enthaltenen Sporen zu ermöglichen. Dabei sprechen Yesair und Cameron (53) dem Nitrit einen spezifischen Effekt zu. Bulman und Ayres (3) fanden, daß Anfangsgehalte von über 0,037 % NaNO_2 das Wachstum von Keimen in Dosenfleisch hemmten. Dabei wurde aber noch bemerkt, daß durch den Erhitzungsprozeß ein erheblicher Nitritabbau eintritt. Auch handelsübliche Mischungen verlängerten die Haltbarkeit um ein bis vier Wochen. Dabei konnten die Verfasser feststellen, daß schon 0,0004 % in einem Fall den Verderb hemmten.

Bemerkenswerte Untersuchungen machten auch Siliker und Mitarbeiter (48) an gepökeltem, zerkleinertem und in Dosen gekochtem Fleisch. Die Versuchsanordnung entsprach hinsichtlich dem Erhitzungsgrad annähernd auch den bei der Herstellung von Dosenwürstchen angewendeten Temperaturen. Die genannten Autoren stellten fest, daß das Nitrit die tragende Rolle in der Fäulnisverhütung spielt und daß pro g Ausgangsmaterial 78 γ zugesetztes NaNO_2 das bakterielle Verderben hintanhalt. Im Endprodukt, also nach der Hitzebehandlung, wurden noch 10—20 γ /g nachgewiesen. Die halbe Konzentration (39 γ /g Ausgangsmaterial) erwies sich schon als nicht mehr wirksam. Die divergierenden Angaben im Schrifttum über die Wirkung des Nitrits werden mit dem unterschiedlichen Keingehalt erklärt. Siliker und Mitarbeiter (48) verwendeten eine Sporenzahl von 2 γ /g. Das entspricht etwa den Zahlen, die nach der gewerbeüblichen Fleischbearbeitung und Eindosung gefunden werden. Ayres und Adams (1), Ecklund, Roberts und Benjamin (5) sowie Burke, Steinkraus und Ayres (3) geben weniger als eine Spore/g als Normalwert an. Werden diese Zahlen stark überschritten, z.B. 15000/g, so versagt die von Siliker und Mitarbeitern (48) angegebene Hemmwirkung des Nitrits selbst bei doppelter Konzentration. Auch Jensen und Hess (20) sowie Stumbo, Cross und Vinton (49) haben gezeigt, daß die Pökelfstoffe weniger zersetzungswidrig wirken, sobald die Sporenzahl steigt.

Neben dem Verschmutzungsgrad ist die Hitzeeinwirkung von Bedeutung. Die Erhitzungstemperatur darf nach Siliker und Mitarbeitern (48) nicht

weniger als 68° C betragen, damit alle vegetativen Formen abgetötet werden. Durch die geringen Nitritmengen werde nämlich nur das Auskeimen der Sporen, nicht aber das Wachstum unversporter Formen verhindert. Lechowich und Mitarbeiter (27) wiesen im übrigen darauf hin, daß nicht versporende Keime (in ihrem Falle Staphylokokken) weit höhere Nitritkonzentrationen (500 γ /g) ertragen, als die sporenbildenden Anaerobier (2 γ /g).

Nitrit wird in Gegenwart von Feuchtigkeit und Luftsauerstoff abgebaut. Es wäre nun zu prüfen, ob sich der Nitritgehalt in Dosenwürstchen, die aus der Aufgußlake ragen, von den in der Lake befindlichen Teilen so unterscheidet, daß damit unter Umständen das gehäufte Auftreten bakterieller Erweichungen zu erklären wäre.

Über die Einwirkung des „Kopfraumes“ auf den Nitritgehalt des Wurstgutes liegen keine Untersuchungen vor. Dagegen ist über den Abbau des Nitrits in Dosen schlechthin berichtet worden. Der Nitritgehalt verringert sich laufend bei längerer Lagerzeit und kann nach einigen Monaten, wie Grau und Böhm (10) feststellen, um über 80 % abnehmen, ja sogar völlig verschwinden. Weiter wird die Verminderung bei der Einwirkung von Wärme festgestellt. Greenwood, Urbain, Jensen und Lewis (12) begründen diesen Nitritabbau mit einer Reaktion des Nitrits mit dem Fleischeiweiß, die durch höhere Temperaturen beschleunigt wird.

C. Eigene Untersuchungen

1. Untersuchungen über den Wärmegang in Würstchendosen.

Zweck der Versuche war, Kenntnis zu erlangen über:

- a) Verlauf des Wärmegangs im lufthaltigen Raum über der Aufgußflüssigkeit verglichen mit dem in der Lake.
- b) Temperaturanstieg im Würstcheninnern während des Brühens, sowohl im lakehaltigen als auch im lakefreien Raum der Dose.

Methodik.

Die erste Fragestellung sollte in Vorversuchen geklärt werden. Als „Dosenmodelle“ dienten dabei 50 ml Flaschen mit Patentverschlüssen, wie sie an Bierflaschen üblich sind. Die Temperaturmessung erfolgte thermoelektrisch mit einem Kupferkonstantenelement, das über ein Voltmeter mit einer Eiswassermischung als Temperaturvergleichskonstante verbunden war. Die Flaschen wurden halb und ganz mit Wasser gefüllt, die Meßdrähte einmal in die Flüssigkeit, einmal in die darüber befindliche Luft durch den verdoppelten Gummidichtungsring eingeführt. Die Erhitzung erfolgte im Auto-

klaven, der 30' auf 120° C gehalten wurde. Die Ergebnisse sind in Abbildung 1 dargestellt.

Zur Klärung der *zweiten Frage* wurden zunächst im *Modellversuch* 300 ml Erlenmeyerkolben mit paraffiniertem Zellstoffstopfen verwendet und in diese 2 Paar Würstchen verbracht. Die Kolben wurden ganz oder nur zur Hälfte mit 3%iger Kochsalzlösung aufgefüllt. Die Meßdrähte des Thermoelements wurden durch den Stopfen eingeführt und in das Würstcheninnere eingestochen. Die Meßstellen befanden sich entweder im ganz mit Lake bedeckten Würstchen oder in dem Teil, der in den lakehaltigen Raum ragte. Diese Kolben wurden dann im Wasserbad bis zur Kochtemperatur erhitzt, wobei die Ausgangstemperatur 23° C (Abb. 2) oder in einer Variation dazu etwa 90° C (Abb. 3) betrug.

Den *Hauptversuch* stellten dann thermoelektrische Messungen in der Dose bei der fabriktüblichen Sterilisierung im offenen Kessel dar. Um die Meßdrähte ins Doseninnere zu führen, wurden sie durch einen Gummistopfen gezogen, der in ein rundes Loch im Dosendeckel fest eingepreßt werden konnte. Es wurden ganz und $\frac{3}{4}$ mit Lake gefüllte Dosen verwendet. Gemessen wurde wieder in den Teilen der Würstchen, die in der ganz gefüllten Dose mit Lake bedeckt waren, in der $\frac{3}{4}$ gefüllten Dose aus der Flüssigkeit herausragten. Zur Messung wurde die Lötstelle des Thermoelements in das Würstcheninnere eingestochen und die Dose mit dem Gummistopfen fest verschlossen. Die Ergebnisse sind in Abb. 4 festgehalten.

Untersuchungsergebnisse.

Im *Vorversuch* (Abb. 1) ergab sich für die Erwärmung des Kopfraumes gegenüber der Flüssigkeit anfangs eine gewisse zeitliche Verzögerung. Jedoch wurden im Luftraum höhere Endtemperaturen gemessen, und die Abkühlung dauerte hier länger.

Im *Modellversuch* (Abb. 2 und Abb. 3) zeigte der im lufthaltigen Raum erhitzte Würstchenteil einen etwas verlangsamten Temperaturanstieg gegenüber dem ganz mit Lake bedeckten Würstchen. Der höchste Wärmewert wurde mit einer Verzögerung von nur 1,5 Minuten erreicht, wenn bei der Erhitzung die Anfangstemperatur des Wasserbades 23° C betrug. Wurde die Erhitzung mit schon 90° C Wassertemperatur begonnen, betrug die Verzögerung 3'.

Beim *Hauptversuch* (Abb. 4) ergab sich für den lakefreien Teil des Würstchens gegenüber dem Modell ein etwas schlechterer Wärmegang. Hierbei war nicht nur der Temperaturanstieg verlangsamt, sondern auch die höchste erreichte Messung war um 4° C niedriger geblieben als in der ganz mit Aufgußflüssigkeit bedeckten Kontrolle.

Zusammenfassend läßt sich für die Würstchenteile des lakefreien Rau-

Abb. 1: Wärmegang in „Kopfraum“ und Lake (Modell)

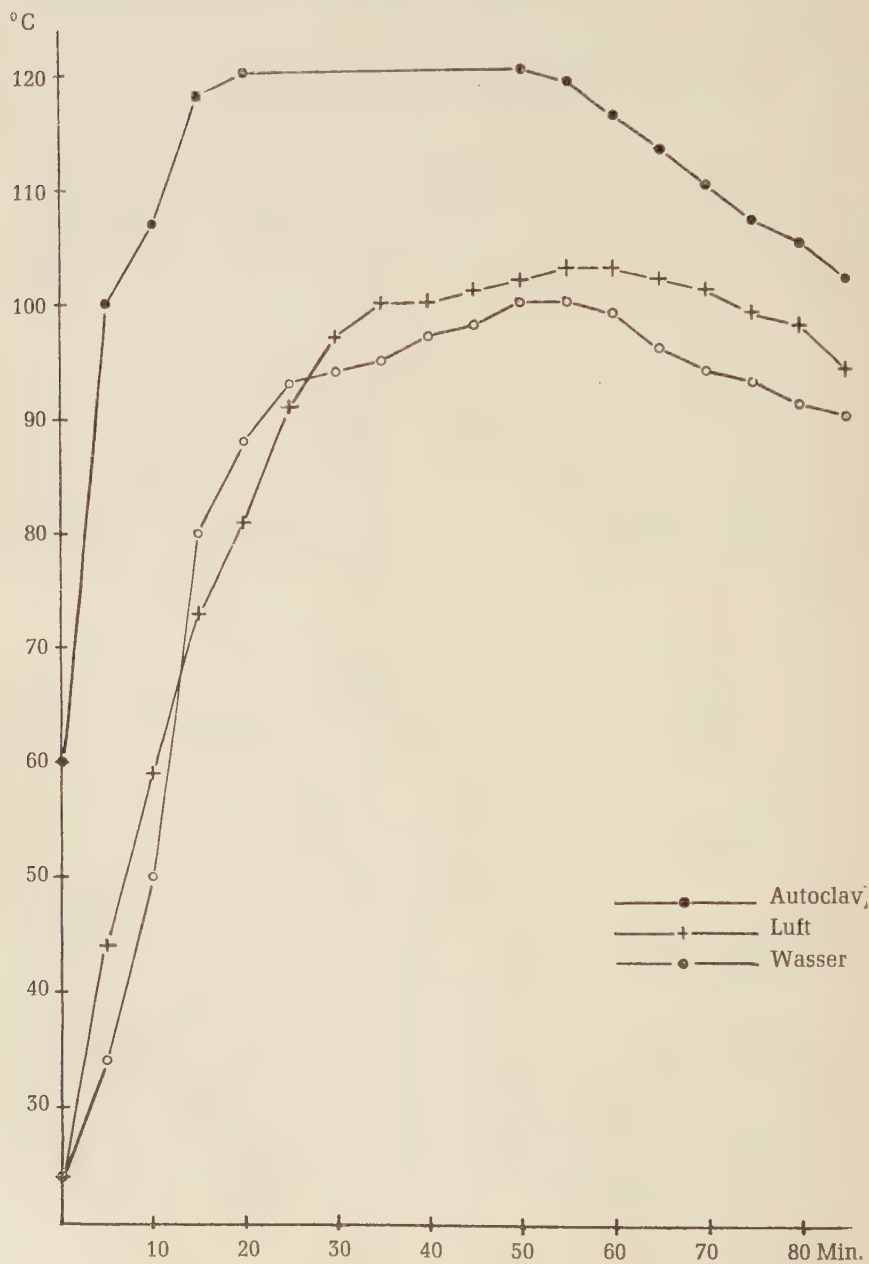


Abb. 2: Wärmegang in lakefreiem und -bedecktem Würstchenteil.
Ausgangstemperatur 23° C. (Modell)

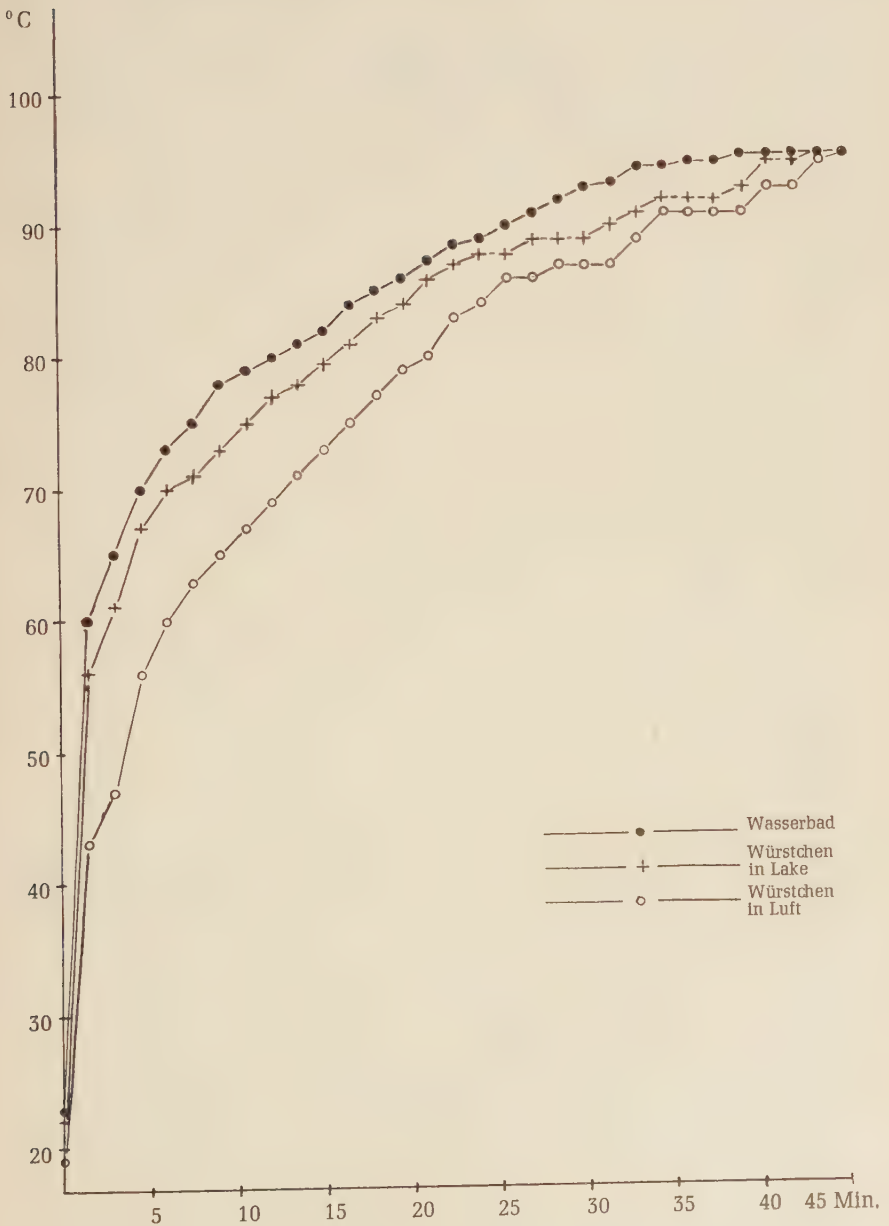


Abb. 3: Wärmegang in lakefreiem und -bedecktem Würstchenteil.
Ausgangstemperatur 90°C. (Modell)

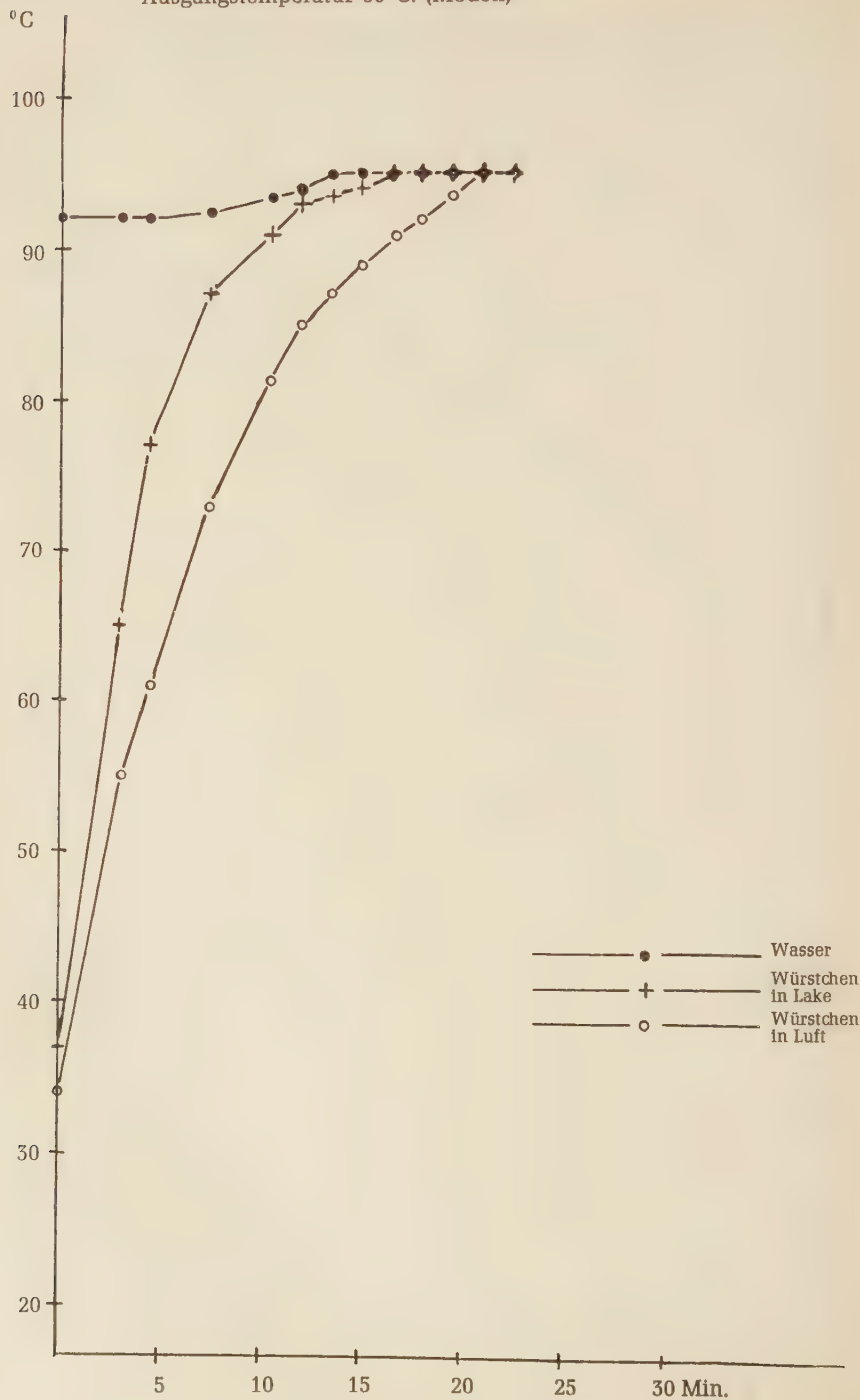
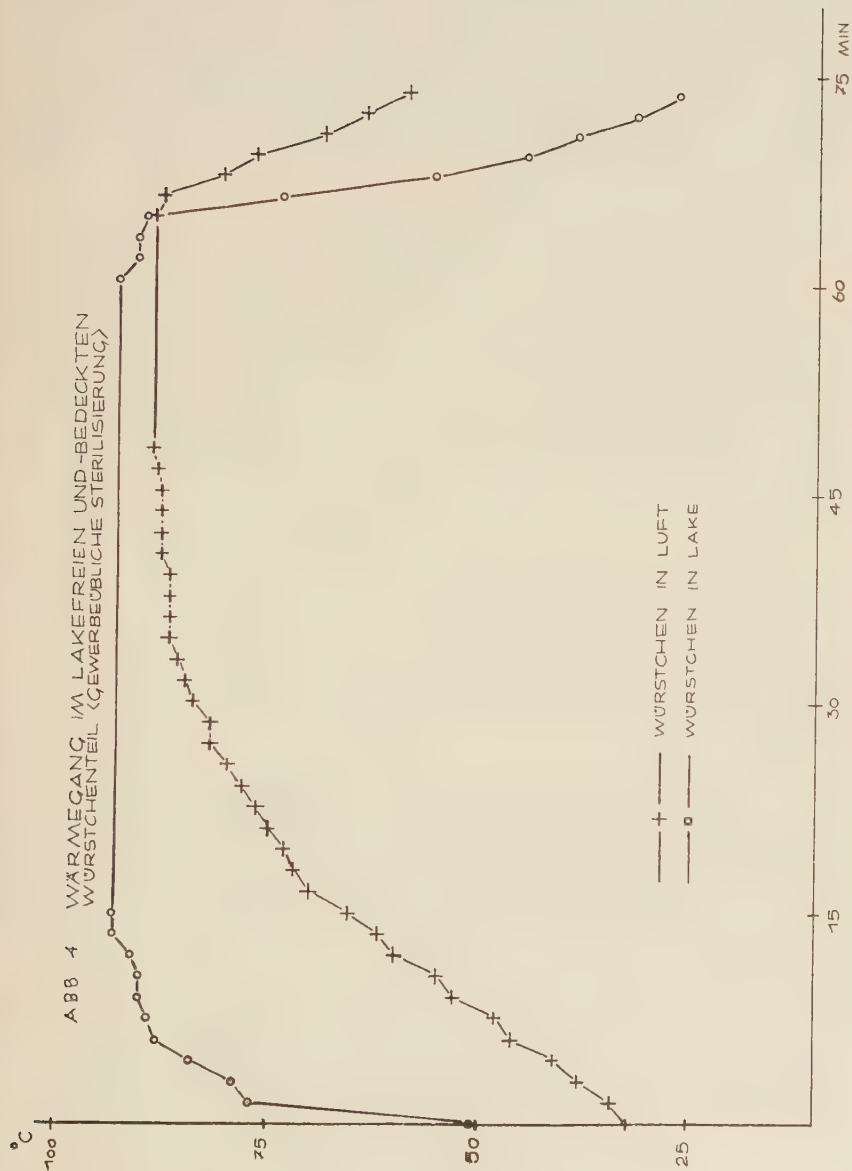


ABB 4 WÄRMEGANG IM LAKEFREIEN UND -BEDECKTEN
WURSTCHENTEIL (GEWERBEBÜBLICHE STERILISIERUNG)



mes eine gewisse Verzögerung des Wärmeganges und teilweise auch eine geringere Höchsttemperatur feststellen. Berücksichtigt man aber die hohe Thermoresistenz der Sporen — K a m p h a n s (21) gibt 55° bei 108° C bzw. 110° C/10' als unterste Grenze der Sporenabtötung für die hauptsächlich Bombageerreger an —, so spielen diese beobachteten Temperaturunterschiede sicher nur eine untergeordnete Rolle und kommen als Hauptursachen für eine spätere bakterielle Zersetzung wohl nicht in Frage. Es müssen also noch andere Faktoren wirksam sein, die einen gehäuften Verderb gerade dieser in den „Kopfraum“ der Dose hineinragenden Würstchen bedingen.

2. Einfluß des „Kopfraumes“ auf die Hitzeabtötung bzw. das Auskeimen aerober und anaerober sporenbildender Keime.

S c h ö n b e r g (42) hat darauf hingewiesen, daß Bazillen der Mesentericus-Subtilis-Gruppe erst auskeimen können, wenn Luft in die Dosen gelangt. Andererseits ist aber wieder bekannt, daß Luft, d.h. der atmosphärische Sauerstoff einem Wachstum obligat anaerober Sporenbildner abträglich ist. Es sollte nun untersucht werden, wie diese beiden Gruppen als die wichtigsten Erreger bakterieller Zersetzung von Dosenwürstchen durch das Bestehen eines lufthaltigen Kopfraumes beeinflußt werden. Dabei war zu untersuchen:

- a) ob anaerobe Sporenbildner in einem abgeschlossenen Behältnis mit eingeschlossener Luft zu wachsen vermögen,
- b) wie sich Dosen mit Luftraum gegenüber Dosen ohne diesen bei der Erhitzung verhalten und
- c) welche Wechselbeziehungen zwischen anaeroben und aeroben Keimen bei künstlicher Infektion unter den genannten Bedingungen bestehen.

Methodik.

Als Vertreter der anaeroben Sporenbildner dienten Cl. novyi und Cl. bif fermentans. Beide Stämme waren aus einer Bombage von Würstchendosen isoliert worden. Die Differenzierung erfolgte nach dem von K e l c h (22) angegebenen Verfahren. Bei der Prüfung auf Hitzeresistenz ertrugen die Sporen beider Stämme 90 Min./100° C und wurden bei einer Minute 103° C (Temperatur thermoelektrisch im Autoklaven in einem Kontrollröhrchen gemessen) völlig abgetötet.

Als Vertreter der aeroben Sporenbildner wurden zwei Stämme aus der Gruppe der Mesentericus-Subtilis-Bazillen verwendet, die ebenfalls als Begleitbakterien der Clostridien aus bombierten Dosenwürstchen isoliert worden waren. Morphologisch, kulturell und biochemisch konnten sie nach B e r g e y (2) als Bac. cereus und Bac. coagulans differenziert werden.

Es wurde auch hier zuerst ein *Vorversuch* durchgeführt, wobei die 50 ml

Flaschen mit Patentverschluß als Dosenmodelle dienten. Die Fläschchen wurden halb und ganz mit Natriumthioglycolatbouillon, der 0,5 % Glucose zugesetzt worden war, gefüllt und mit den Clostridienstämmen beimpft. Dazu wurden 14 Tage alte Leberbouillonkulturen verwendet, die eine Dichte von etwa 10^6 Sporen/ml zeigten. Die Impfmenge betrug 1 und 2 Ösen bzw. 1 und 2 Tropfen Kultur. Nach der Beimpfung wurden die Flaschen eine halbe Stunde im Wasserbad auf 100°C gehalten und anschließend bei 37°C bebrütet. Das Wachstum wurde nach zehntägiger Bebrütung an der Trübung und am Farbumschlag des zugesetzten Bromthymolblaus festgestellt (Tabelle 1).

Die erste *Hauptversuchsreihe* sah eine Belastung von ganz und $\frac{3}{4}$ mit Lake gefüllten Würstchendosen durch Bebrütung bei 37°C vor. Dabei wurden auch Würste mit 0,5 % Ascorbinsäurezusatz einbezogen, um einen eventuellen Einfluß dieses Redoxkörpers auf das Bakterienwachstum zu studieren.

Im ersten Versuch wurden lange Bebrütungszeiten mit kürzerer Belastung und ganz mit Lake gefüllte Dosen mit $\frac{2}{3}$ gefüllten verglichen. Außerdem wurden bei den lakevollen Dosen normale und ascorbinsäurehaltige Würstchen geprüft. Die Herstellung erfolgte in einer Fleischwarenfabrik. Die Bebrütungszeit bei 37°C betrug 3 Tage, $5\frac{1}{2}$ und $6\frac{1}{2}$ Wochen. Die Ergebnisse sind in Tabelle 2 zusammengestellt.

Der zweite Versuch sollte nicht nur die Ergebnisse des ersten kontrollieren (Tab. 3), sondern auch weitere Aufschlüsse über die Wirkung des Luft- raumes geben. Dazu wurden die nur $\frac{1}{4}$ mit Lake gefüllten Dosen z.T. umgedreht bebrütet, d.h. die bei der Kochung oben im Kopfraum befindlichen Teile waren während der Bebrütung unten und somit von Lake bedeckt (Tab. 4). Dadurch sollte Aufschluß darüber erhalten werden, ob schon bei der Erhitzung oder erst bei der Lagerung die nachteilige Wirkung des „Kopfraumes“ wirksam würde.

Aus dem gleichen Grunde wurden bei ganz gefüllten und als solche sterilisierten Dosen nachträglich unter sterilen Kautelen $\frac{1}{4}$ der Lake entfernt (Tab. 4). Es wurde dabei, wie auch in den folgenden Versuchsreihen, mit einem sterilen Stahlbohrer ein rundes Loch in den Deckel gebohrt, die Lake mit einer Pipette abgesaugt und die Öffnung mit einem Gummistopfen fest abgeschlossen und mit Paraffin übergossen. Um den Einfluß der Luft bei der Bebrütung weitgehend auszuschalten, wurden Dosen, die nur $\frac{1}{4}$ gefüllt waren und solche, bei denen $\frac{1}{4}$ der Lake entfernt worden war, evakuiert (Tab. 5). Das geschah durch eine Injektionskanüle, die keimfrei durch den oben erwähnten Gummistopfen eingestochen wurde und mit einem Schlauch an eine Vakuumpumpe angeschlossen war. Auch die Dosen der zweiten Versuchsreihe waren industriell hergestellt worden. Die Bebrütung betrug 10 Tage bei 37°C . Bei allen Dosen wurde das in der Dose befind-

liche Gas mit dem Bombageprüfgerät nach B e h r e aufgefangen. Er erfolgte dann eine quantitative Bestimmung des darin enthaltenen Sauerstoffes durch Absorption mit alkalisiertem Pyrogallol, teilweise auch mit alkalisierter Natriumthionitlösung (30).

In der zweiten *Hauptversuchsreihe* wurden Würste künstlich infiziert. Es kamen dabei folgende Kulturen zur Verwendung:

1. Cl. bifermentens
2. Cl. novyi
3. eine Mischkultur aerober Sporenbildner (Bac. cereus und Bac. coagulans)
4. eine Mischkultur aus 1., 2. und 3.

Die Dichte betrug jeweils etwa $3 \cdot 10^6$ Sporen/ml. Die anaeroben Sporenbildner wurden nach der Methode von L e i s t n e r (28) gezählt, die Zahl der Aerobier in dem Kochschen Verdünnungsverfahren bestimmt. Die Kulturen wurden entweder in einer Menge von 10^6 Sporen zu 500 g Brät beigemengt oder 0,2 ml Kultur etwa 2 cm über dem unteren Ende ins fertige Würstchen injiziert, d.h. lokal konzentriert. In eine Dose kamen jeweils immer 2 Paar beimpfte und 2 Paar unbeimpfte Würstchen. Außerdem wurden von jeder Charge wieder zu $\frac{2}{3}$ und ganz mit Lake gefüllte Dosen hergestellt; dazu die entsprechenden unbeimpften Kontrollen. Die Fertigung erfolgte in gewerbeüblicher Weise, wobei man darauf achtete, daß die Dosen aufrecht erhitzt und gekühlt wurden. Die Bebrütung erfolgte 5 und 10 Tage bei 37°C (Tab. 5 und 6). Bei der längeren Belastungszeit wurden von allen Variationen je eine Dose aufrecht und eine verkehrt aufgestellt bebrütet. Bei den nur zu $\frac{2}{3}$ mit Aufgußflüssigkeit versehenen Dosen erfolgte z.T. eine quantitative Bestimmung des Sauerstoffes im Kopfraum nach den oben erwähnten Methoden.

Ergebnisse.

Der *Vorversuch* zeigte, daß die Menge der Sporen in einem erhitzten Substrat für das Wachstum nach der Erhitzung entscheidend ist (Tab. 1). So vermögen bei starker Infektion obligat anaerobe Sporenbildner trotz vorhandener Luft auszukeimen und sich zu vermehren. Die Sporenzahl/g, die nötig ist, sowohl die Erhitzung als auch die ungünstigen Milieubedingungen zu überwinden, lag etwa bei 2 — 3000 Sporen/g. Es ist dabei allerdings zu bedenken, daß das Natriumthioglycolat als reduzierende Substanz den Einfluß des Luftraumes wahrscheinlich herabzumindern vermag.

Tab. 1: Einfluß des „Kopfraumes“ in Modellflaschen auf Hitzeabtötung, bzw. Auskeimen anaerober Sporenbildner.

Stamm	Füllung der Flaschen	Beimpfung			
		1 Dse	2 Dse	1 Tropfen	2 Tropfen
I	$\frac{1}{2}$	ϕ	ϕ	ϕ	+
	voll	ϕ	+	+	+
II	$\frac{1}{2}$	ϕ	ϕ	ϕ	+
	voll	ϕ	+	+	+

Stamm I = Cl. bifermentans

Stamm II = Cl. novyi

+ = Wachstum

ϕ = keimfrei

Der erste Versuch der *ersten Hauptversuchsreihe* ergab, daß schon nach einer Bebrütung von nur 3 Tagen die gleichen Ergebnisse auftreten können wie bei einer ausgedehnten Belastungszeit (Tab. 2). Eindeutig ist die Begünstigung der Zersetzung im lakefreien Teil der Würstchen. Die Ascorbinsäure scheint in geringem Maße der bakteriellen Zersetzung Vor-schub zu leisten. Die Bakterienflora umfaßte aerobe wie anaerobe Sporenbildner, jedoch waren weder Gasbildung, noch der typische Fäulnisgeruch festzustellen. Der Sauerstoffgehalt des in der Dose enthaltenen Gases ist beim Auftreten von Erweichungen z.T. viel höher, als der atmosphärischen Luft.

Tab. 2: Einfluß von „Kopfraum“, Ascorbinsäurezusatz und unterschiedlichen Bebrütungszeiten bei 37° C auf die Ausbildung von Erweichungs-herden in Würstchen und die Lebensfähigkeit von Sporenbildnern.

Bebrütung	Lakefüllung der Dosen	Ascorbins.	Erweichung	Sporenbildner		O ₂ (Vol %)
				aerob	anaerob	
3 Tage	$\frac{1}{1}$	ohne	nein	ϕ	ϕ	14,9
		mit	ja	+	+++	13,3
	$\frac{2}{3}$	ohne	über Lake	+++	+++	15,0
5 $\frac{1}{2}$ Wo.	$\frac{1}{1}$	ohne	nein	ϕ	ϕ	11,3
		mit	ja	+	+++	14,3
	$\frac{2}{3}$	ohne	über Lake	+++	+++	38,4
6 $\frac{1}{2}$ Wo.	$\frac{1}{1}$	ohne	nein	ϕ	ϕ	17,6
		mit	?	ϕ	ϕ	21,0
	$\frac{2}{3}$	ohne	total	+++	+++	23,3

ϕ	=	keimfrei	
+	=	schwacher	} Keimgehalt
++	=	mittelgradiger	
+++	=	starker	

Im zweiten Versuch konnte die Vermutung bestätigt werden, daß die mit Ascorbinsäure versetzten Würste in ganz gefüllten Dosen bakteriell leichter zersetzt werden, als die Kontrollen.

Tab. 3: 10-tägige Bebrütung ascorbinsäurehaltiger und ascorbinsäurefreier Dosenwürstchen mit und ohne „Kopfraum“ bei 37° C.

Lakefüllung	Ascorbins.	Erweichung	Sporenbildner		O ₂ in Vol %
			aerobe	anaerobe	
voll	----	keine	ϕ	ϕ	17
		keine	ϕ	ϕ	18
voll	0,5 %	total	+	+++	46
		total	+	+++	63
³ / ₄	----	über Lake	+++	+++	60
		über Lake	+++	+++	42
³ / ₄	0,5 %	über Lake	+	++	76
		über Lake	+++	+++	48

ϕ	=	keimfrei	} Keimgehalt
+	=	schwacher	
++	=	mittelgradiger	
+++	=	starker	

Außerdem ergab sich, daß die Luft auf die Würstchenenden im lakefreien Raum einen Einfluß ausübt, der nicht durch den Wärmegang während des Kochens bedingt sein kann. Es waren nämlich sowohl in den nachträglich entleerten, als auch in den zu ³/₄ gefüllten und umgedreht bebrüteten Dosen die Würstchenenden über der Lake erweicht.

Tab. 4: 10-tägige Bebrütung bei 37° C von Dosenwürstchen mit nach der Erhitzung verlagertem oder durch Lakeentzug neu gebildetem Kopfraum.

Lakefüllung		Kopfraum	Ascorbins.	Erweichung	Sporenbildner		O ₂ in Vol %
vor Sterilisation	nach Sterilisation				aerob	anaerob	
$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	nach Sterilisation verlagert	0,5 %	über Lake	+	++	51
				über Lake	++	+++	81
				über Lake	+	++	36
				über Lake	++	++	55
voll	$\frac{3}{4}$	nach Sterilisation geschaffen	0,5 %	über Lake	+	+	76
				total	++	++	81
				über Lake	++	++	53
				total	++	+++	90

+	=	schwacher	} Keimgehalt
++	=	mittelgradiger	
+++	=	starker	

Durch die Evakuierung war die Zersetzung allerdings nicht zu verhindern (Tab. 5).

Tab. 5: 10-tägige Bebrütung bei 37° C von Würstchendosen mit nach der Erhitzung evakuiertem Kopfraum.

Lakefüllung		Ascorbins.	Erweichung	Sporenbildner		O ₂ in Vol %
vor Sterilisation	nach Sterilisation			aerob	anoerob	
$\frac{3}{4}$	$\frac{3}{4}$	0,5 %	ja	+++	+++	81
			ja	+++	+++	55
			total	+++	+++	64
			über Lake	+++	+++	67
voll	$\frac{3}{4}$	0,5 %	total	+++	+++	78
			über Lake	+++	+++	46
			total	+++	+++	78
			total	+++	+++	72

++ = mittelgradiger
 +++ = starker

} Keimgehalt

Bei den zu $\frac{2}{3}$ mit Lake gefüllten war im Gegensatz zu vollen Dosen für Ascorbinsäure kein zersetzungsfördernder Einfluß festzustellen. Die Bakterienflora war sowohl aneorob als auch aerob. Es handelte sich durchwegs um Sporenbildner. Die Gasbildung war stark; meist übler Geruch. Der Sauerstoffgehalt des eingeschlossenen Gases zeigt eine gewisse Abhängigkeit vom Grade der Zersetzung. Je stärker diese war und je mehr Gas in der bombierten Dose zusammengepresst wurde (bis zu 350 ml in 70 · 140 mm Dosen!), um so höher stieg der Volumenprozentsatz des Sauerstoffes.

In der zweiten *Versuchsreihe* zeigte sich, daß nach 10-tägiger Bebrütung (Tab. 7) eine Weiterausbreitung der bereits nach 5 Tagen (Tab. 6) vorhandenen Zersetzungen erfolgt.

Tab. 6: Gemeinsame 5-tägige Bebrütung bei 37° C von verschiedenartig beimpften Dosenwürstchen.

Lakefüllung	verimpfte Keimart	Art der Beimpfung	Erweichung	Sporenbildner		O ₂ in Vol %
				aerob	anaerob	
voll	1	Brät	im inf. Wurstgut	∅	++	
voll	1	Würstchen	an beimpften Stellen	∅	++	
² / ₃	1	Brät	allgemein über Lake	+++	++	
voll	2	Brät	im inf. Wurstgut	∅	+	
voll	2	Würstchen	an beimpften Stellen	∅	+	
² / ₃	2	Brät	über Lake	∅	++	44,7
voll	3	Brät	----	∅	∅	
voll	3	Würstchen	----	∅	∅	
² / ₃	3	Brät	über Lake	∅	+++	20,4
voll	4	Brät	----	∅	∅	
voll	4	Würstchen	?	∅	++	
² / ₃	4	ins Brät	über Lake	+++	+	38,3

1 = Cl. bifermentans 2 = Cl. novyi 3 = Mischkultur aerober Sporenbildner
 4 = Mischkultur aus 1,2 und 3 Brät = Keimaufschwemmung dem Brät beige-mischt. Würstchen = lokal ins frisch gespritzte Würstchen injiziert
 + = schwacher, ++ = mittelgradiger, +++ = starker Keimgehalt

Tab. 7: 10-tägige Bebrütung bei 37° C verschiedenartig beimpfter Dosenwürstchen in Erhitzungslage (normal) oder 180° zur Erhitzungslage umgedreht.

Bebrütungslage	Lakefüllung	verimpfte Keimart	Art der Beimpfung	Erweichung	Sporenbildner aerob	Sporenbildner anaerob	O ₂ in Vol %
normal	voll	1	in Brät	ja	+	+	
umgedreht	voll	1	Brät	ja	∅	+	
normal	voll	1	Würstchen	ja	∅	+	
umgedreht	voll	1	Würstchen	ja	∅	+++	
normal	2/3	1	Brät	über Lake	∅	+	
umgedreht	2/3	1	Brät	über Lake	+	+	
normal	voll	2	Brät	total	∅	+	
umgedreht	voll	2	Brät	total	∅	+	
normal	voll	2	Würstchen	total	+	+	
umgedreht	voll	2	Würstchen	total	∅	+	
normal	2/3	2	Brät	total	+	+	65,7
umgedreht	2/3	2	Brät	total	∅	+	
normal	voll	3	Brät	keine	∅	∅	
umgedreht	voll	3	Brät	keine	∅	∅	
normal	voll	3	Würstchen	keine	∅	∅	
umgedreht	voll	3	Würstchen	keine	∅	∅	
normal	2/3	3	Brät	über Lake	+	++	62,6
umgedreht	2/3	3	Brät	über Lake	+	+	
normal	voll	4	Brät	total	∅	+	
umgedreht	voll	4	Brät	total	∅	+	
normal	voll	4	Würstchen	ja	+++	∅	
umgedreht	voll	4	Würstchen	keine	∅	∅	
normal	2/3	4	Brät	total	+++	++	64,9
umgedreht	2/3	4	Brät	total	∅	+++	
normal	voll			keine	∅	∅	
normal	2/3			über Lake	+	∅	42,5
umgedreht	2/3			über Lake	+	∅	

Zeichenerklärung siehe Tabelle 6.

Besonders das Übergreifen von den infizierten auf die nicht beimpften Würstchen wurde in diesem Zeitraum deutlich. Grundsätzlich waren alle über die Aufgußlake ragenden Würstchenteile erweicht. Dabei spielte es keine Rolle, ob die Dosen aufrecht, d.h. in der Stellung, in der sie gekocht worden waren oder umgekehrt bebrütet wurden. Es waren stets die während der Bebrütung herausragenden Teile verdorben. Von den verwendeten Stämmen scheinen die anaeroben Sporenbildner stärker zersetzend zu wirken; sie verursachten immer eine Erweichung des Wurstgutes. Auch nach Mischinfektionen mit Aerobiern wurden sie stets wieder gefunden. Sogar in den mit Reinkulturen aerober Sporenbildner beimpften Proben wurden in den zersetzten Teilen Anaerobier festgestellt. Nur bei der unbeimpften Kontrolle überwogen die Keime der Mesentericus-Subtilis-Gruppe. Die Art der Beimpfung läßt keine Unterschiede erkennen. Ausschlaggebend scheint also nur die Zahl der vorhandenen Sporen zu sein. Der Sauerstoffgehalt des in der Dose eingeschlossenen Gases zeigte sich auch hier wieder proportional dem Zersetzungsgrad.

Zusammenfassend läßt sich folgendes feststellen:

1. Die bei der Bebrütung regelmäßig auftretende Erweichung der Würstchenteile, die aus der Lake ragen, hat ihre Ursache nicht in dem durch die Luft veränderten Wärmegang. Wenn dies schon durch die thermoelektrischen Messungen angedeutet wurde, so konnte der Beweis vor allem dadurch erbracht werden, daß auch nachträglich entleerte oder umgekehrt bebrütete, $\frac{3}{4}$ gefüllte Dosen in den lakefreien Wurstteilen die gleichen Erscheinungen zeigten, wie die Würstteile, die schon während der Erhitzung aus der Lake ragten. Ausschlaggebend muß demnach die eingeschlossene Luft sein. Wenn auch in evakuierten Dosen Erweichungen zu beobachten waren, so scheint die Herabsetzung des Sauerstoffdruckes nicht ausreichend gewesen zu sein.
2. Es tritt stets eine bakterielle Zersetzung, auch bei ganz mit Lake gefüllten Dosen ein, wenn die Anzahl der vorhandenen Sporen eine gewisse Grenze überschreitet. Wenn diese Grenze im Rahmen dieser Arbeit auch nicht ermittelt wurde, so lagen doch 2000 Sporen/g Wurstmasse offensichtlich darüber. Bei einem so hohen Keimgehalt können auch gewisse Hemmnisse, wie z.B. die Anwesenheit von Sauerstoff bei Anaerobiern überwunden werden.
3. Der Zusatz von Ascorbinsäure bedingt eine gewisse Begünstigung der bakteriellen Zersetzung.

Nachdem alle normal gefertigten Würstchen immer einen geringeren Gehalt an lebenden Sporen aufweisen, muß ein Hemmstoff vorhanden sein, der bei nicht zu massierter Infektion das Auskeimen der Sporen verhindert. Durch die im Kopfraum eingeschlossene Luft erfährt dieser Hemmstoff eine sehr starke, durch Ascorbinsäure eine geringere Wirkungsminderung. Die

weiteren Untersuchungen sollten über diesen „Hemmstoff“ Aufschluß geben. Es lag auf Grund der Literaturangaben nahe, diese Wirkung im Nitrit zu suchen.

3. Einfluß des Nitrits auf den Keimgehalt in gepöckelten Fleischwaren und Wirkung eines „Kopfraumes“ auf den Abfall des Natriumnitritgehaltes in Dosenwürstchen.

Für die folgenden Untersuchungen wurden die von Siliker und Mitarbeitern (84) wirksam erkannten Nitritmengen als richtungweisend angesehen. Danach sollen in Fleischwaren bei normalem Sporengehalt und Anwendung von Temperaturen, wie sie bei der Herstellung von Dosenwürstchen üblich sind 10 bis 20 γ Natriumnitrit pro Gramm Endprodukt ausreichen, um das Auskeimen der Sporen zu verhindern. Etwa die Hälfte dieser Konzentration soll unwirksam sein.

Methodik.

In *Vorversuchen* wurden je 2 Paar Würstchen aus lange gelagerten Dosen unter sterilen Kautelen in 300 ml Erlenmeyerkolben verbracht. Als Aufgußflüssigkeit diente sterilisierte 3%ige Kochsalzlösung. Mit ihr wurden die Würstchen ganz oder etwa zur Hälfte bedeckt und die Kolben dann mit paraffinierten Zellstoffstopfen verschlossen. Neben einer Bebrütung bei 37° C bis zu 13 Tagen (Tab. 8) fand z.T. eine Lagerung bei 8° C statt (Tab. 9). Um ein eventuelles bakterielles Wachstum zu verhindern, wurden für längere Aufbewahrung 1,5 mg Aureomycin pro ml Lake zugesetzt.

Bei den *Versuchen unter gewerbeüblichen Bedingungen* wurden ganz und $\frac{2}{3}$ mit 3%iger Kochsalzlösung gefüllte Dosen jeweils mit ascorbinsäurefreien Würstchen beschickt. Die Nitritpökelsalzkonzentration des Ausgangsmaterials betrug 1,4 % (70—84 γ) NaNO_2/g Brät. Die Aufbewahrung erfolgte bei 37° C (Tab. 10) und bei 18° C (Tab. 12). Parallel zur Versuchsreihe bei 18° C wurden auch $\frac{2}{3}$ mit Lake gefüllte Dosen untersucht, aus denen auf bereits beschriebene Weise die Luft evakuiert und durch Leuchtgas ersetzt wurde (Tab. 13). In gewissen Zeitabständen wurden Nitritbestimmungen vorgenommen. Der Nitritgehalt wurde jeweils im Würstchenteil, das aus der Lake ragte, in dem, das von Flüssigkeit umspült wurde und in einer Kontrolle festgestellt. Die Nitritbestimmung wurde nach der Methode von Grau und Mirna (11) durchgeführt.

Untersuchungsergebnisse.

Die *Vorversuche* (Tab. 8) ergaben, daß bei einer Bebrütung von 3 Tagen bei 37° C der Würstchenteil, der aus der Lake ragt, in seinem Nitritgehalt unter 5 γ/g abgesunken war.

Tab. 8: Nitritkonzentration in γ /Gramm Masse von Würstchen aus Kolben mit verschiedenem Füllungszustand und unterschiedlich langer Lagerung bei 37° C (Modellversuch).

Lagerungsdauer in Tagen	Würstchen aus vollen Kolben	aus $\frac{3}{4}$ gefüllten Kolben	
		in der Lake	über der Lake
1	12,5	12,5	11,1
2	14,3	11,4	9,3
3	12,5	9,3	4,6
6	9,3	6,1	3,2
8	9,0	7,9	3,6
10	10,7	10,0	5,3
13	7,1	3,9	3,9

Diese Konzentration liegt nach Siliker und Mitarbeitern (48) bereits tiefer als der Wert unter dem ein Auskeimen der Sporen möglich ist. Tatsächlich wurde auch zum gleichen Zeitpunkt bei Proben ohne Antibiotica-zusatz über der Lake Keimwachstum festgestellt. Der in der Lake befindliche Teil desselben Würstchens zeigte zuerst meist die doppelte Nitritkonzentration. Im Verlauf der weiteren Bebrütung sank auch diese langsam ab. Die ganz mit Lake bedeckten Kontrollen zeigten stets einen wesentlich höheren Gehalt an NaNO_2 .

In der bei 37° C als kritisch erkannten Zeit von 3 Tagen zeigte sich bei 8° C ein ungleich geringerer Verlust, womit auch die Bedeutung der Temperatur für den Ablauf dieses Geschehens zum Ausdruck kam (Tab. 9).

Tab. 9: Nitritkonzentration (in γ /Gramm Wurstmasse) in Dosenwürstchen nach 3 Tagen (Modellversuch).

Lagerungs- temperatur in °C	Würstchen gelagert in		
	vollen Kolben	$\frac{3}{4}$ gefüllten Kolben lakebedeckt	lakefrei
37	16,1	8,2	4,6
8	16,1	10,7	8,5

Auch im *Hauptversuch* zeigte sich, daß bei einer Bebrütung von 37° C nach 3 Tagen im lakefreien Raum bakterielle Zersetzung auftritt.

Tab. 10: Nitritkonzentration (in γ/g Wurstmasse) in Dosenwürstchen mit und ohne Ascorbinsäurezusatz bei verschiedenem Lakefüllungszustand und unterschiedlicher Lagerzeit bei 37° C.

Lagerungs- dauer in Tagen	mit Ascorbinsäure Würstchen			ohne Ascorbinsäure Würstchen		
	aus voller Dose	aus $\frac{2}{3}$ gefüllter Dose in der Lake	über der Lake	aus voller Dose	aus $\frac{2}{3}$ gefüllter Dose in der Lake	über der Lake
0	17,5	18,2	21,1	22,9	28,6	46,4
1	13,9	20,4	24,3	22,1	28,6	43,2
2	15,4	15,7	19,3	22,9	9,6	10,4
3	11,1	12,5	6,8	18,6	7,9	4,3
4	20,0	15,7	11,1	18,2	6,1	2,5
5	13,6	9,0	4,6	21,4	10,4	6,8

Die eingerahmten Proben zeigen bakterielle Zersetzungen.

Gleichzeitig sinkt der Nitritgehalt unter seinen wirksamen Wert ab. Die ganz mit Lake gefüllten Dosen wiesen nach 14-tägiger Bebrütung weder Erweichungen noch einen so starken Nitritabfall auf, daß Sporen hätten keimen können (Tab. 11).

Tab. 11: Nitritgehalt in Würstchen und Lake mit und ohne Ascorbinsäurezusatz nach Lagerung bei 37° C.

	Lagerungszeit in Tagen	Nitritgehalt in γ/g	
		Wurstmasse	Lake
mit Ascorbins.	10	9,3	3,8
ohne Ascorbins.	7	27,1	13,9
	13	16,8	8,2

In den bei 18° C gelagerten Dosen wurden die kritischen Nitritwerte erst 10 Tage später als bei 37° C erreicht, d.h. daß die bakterielle Verderbnis erst nach etwa 13 Tagen einzutreten vermag (Tab. 12).

Tab. 12: Nitritkonzentration (in γ /g Wurstmasse) in Dosenwürstchen mit und ohne Ascorbinsäurezusatz bei verschiedenem Füllungszustand und unterschiedlicher Lagerungszeit bei 18° C.

Lagerungs- dauer in Tagen	mit Ascorbinsäure Würstchen			ohne Ascorbinsäure Würstchen		
	aus voller Dose	aus $\frac{2}{3}$ gefüllter Dose in der Lake	über der Lake	aus voller Dose	aus $\frac{2}{3}$ gefüllter Dose in der Lake	über der Lake
0	17,5	18,2	21,1	22,9	28,6	46,4
3	16,6	20,4	26,1	19,0	21,1	40,7
5	13,9	13,6	12,5	30,7	29,6	38,6
7	13,6	11,1	15,0	20,4	30,7	44,6
11	14,6	19,6	5,7	31,8	33,6	21,1
13	11,1	21,1	11,4	22,1	21,4	7,9

Stärker eingerahmt sind die Proben. bei denen Verderbnis auftrat.

Die Dosen. in denen die sauerstoffhaltige Luft durch Leuchtgas ersetzt worden war. zeigten zur gleichen Zeit weder so starken Nitritverlust noch Erweichungsherde (Tab. 13).

Tab. 13: Nitritgehalt (in γ /g Wurstmasse) von Dosenwürstchen, deren „Kopfraum“ mit Leuchtgas gefüllt wurde, bei unterschiedlicher Lagerungszeit (18° C).

Lagerungs- dauer in Tagen	mit Ascorbinsäure Würstchen		ohne Ascorbinsäure Würstchen	
	in Lake	im „Kopfraum“	in Lake	im „Kopfraum“
0	18,2	21,1	28,6	46,4
6	11,1	15,7	23,9	30,7
10	16,8	13,3	24,3	30,4
12	10,4	9,3	21,1	26,1
14	15,4	19,6	21,1	23,2

Es dürfte daher die Luft im „Kopfraum“ mit der Verringerung des Nitrits im ursächlichen Zusammenhang stehen.

In allen Chargen hatten die unter Verwendung von Ascorbinsäure hergestellten Würste einen wesentlich niedrigeren Gehalt an Nitrit, was auch den Angaben im Schrifttum entspricht (9). Diese Tatsache erklärt den leichteren Verderb ascorbinsäurehaltiger Würstchen.

Als Nebenbefund sei noch der anfangs höhere Nitritspiegel in den Würstchenteilen erwähnt, die aus der Lake ragen. Tabelle 11 zeigt, daß bei diesen Teilen offenbar die Diffusion in die Lake beim Kochvorgang wegfällt, da die ursprünglich reine Kochsalzlösung beachtliche Nitritgehalte aufwies.

Es kann also zusammenfassend noch einmal festgestellt werden, daß der Luftsauerstoff im „Kopfraum“ der Dosen den Nitritgehalt der Würstchen stärker absinken läßt. Mit dem Absinken des Nitrits auf etwa 5 g/g treten bakterielle Erweichungen auf.

D. Diskussion der Ergebnisse

Dosenwürstchen sind selbst unter den Halbkonserven besonders gefährdete Fleischerzeugnisse, weil aus technologischen Gründen keine so hohe oder lang dauernde Erhitzung möglich ist, wie sie notwendig wäre, um die stets vorhandenen Sporen abzutöten. Unter bestimmten Bedingungen keimen die überlebenden Sporen aus und verursachen mehr oder weniger ausgedehnte Zersetzungen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde der Einfluß des „Kopfraumes“ untersucht, weil erfahrungsgemäß in Würstchendosen, in die Luft eingeschlossen ist, Würstchenteile, die nicht von Lake bedeckt sind, häufig verderben. Diese Vorgänge im Kopfraum der Dose sind empirisch schon einige Jahre bekannt. K o t t e r (24) und H a u k e (15) haben besonders darauf hingewiesen. Auch kleinere Lufträume in den Würsten selbst können den gleichen Effekt bewirken, wie L e r c h e (29) berichtet.

In den hier beschriebenen Untersuchungen konnten an den lakefreien Stellen schon nach einer Belastung von 3 Tagen bei 37° C Erweichungsherde in allen untersuchten Fällen nachgewiesen werden. Es war nun zu klären, ob und wie die eingeschlossene Luft dieses Phänomen hervorruft. Einen Hinweis, daß es die Luft ist, die der bakteriellen Zersetzung Vorschub leistet, gibt die verlängerte Haltbarkeit, wenn man die Luft durch Leuchtgas ersetzt. Ähnlich sind wohl die Ergebnisse von O g i l v y und A y r e s (37) zu werten. Hier wurde in einer Kohlendioxydatmosphäre eine Lagerungsverlängerung von „Frankfurtern“ von 10 auf 40 Tage gegenüber Luft festgestellt. Bei niedrigen Lagerungstemperaturen (4,4° C) konnte die Verderbnis sogar bis zu 140 Tagen hintangehalten werden. H e i n e hatte aus der

Praxis der Fleischwarenherstellung heraus schon früher Konservierungsverfahren von Dosenwürstchen durch Evakuierung der Dosen (16) bzw. durch nachträgliches Einfüllen von Stickstoff oder Kohlendioxyd (17) patentieren lassen. Ein in dieser Arbeit beschriebener Versuch, durch Evakuierung die nachteilige Wirkung des Kopfraumes auszuschalten, hatte keinen Erfolg.

Da die Luft ein schlechter Wärmeleiter ist, war es naheliegend anzunehmen, daß der dadurch verzögerte Temperaturanstieg eventuell ein Überleben von Bakterien ermögliche. Tatsächlich wird der Wärmegang durch das Vorhandensein eines „Kopfraumes“ verschlechtert, diese Verminderung beträgt jedoch maximal nur 4° C, so daß in den Würstchenteilen, die aus der Aufgußflüssigkeit ragen, immerhin noch 89° C erreicht wurden. Diese Temperatur ist noch ausreichend, um alle vegetativen Formen abzutöten. Wenn die Sporenschädigung bei 93° C (in vollen Dosen gemessene Temperatur) auch etwas stärker ist als bei 89° C, so dürften die dadurch bedingten Unterschiede im Sporengehalt praktisch doch belanglos sein, wenn man mit K a m p h a n s (21) annimmt, daß eine praktische Sterilität erst durch 10 Minuten lange Erhitzung bei 110° C zu erzielen ist. Abgesehen von dieser Beweisführung, die nur zum Teil auf eigenen Ergebnissen fußt, schließen vor allem die Versuche eine ausschlaggebende Rolle der Erwärmungsverzögerung durch den „Kopfraum“ aus, bei denen nach der Kochung die Lake zu $\frac{1}{4}$ aus den Dosen entfernt wurde oder bei denen $\frac{3}{4}$ gefüllte Dosen gegenüber der Erhitzung in umgekehrter Lage bebrütet wurden. Es wurden nämlich hierbei die gleichen Zersetzungserscheinungen beobachtet, obwohl bei den herausragenden Würstchenteilen (ursprünglich mit Lake bedeckt) eine günstigere Wärmeübertragung vorlag.

Durch gesonderte Verimpfung aerober und anaerober Sporenbildner waren keine Unterschiede zu erzielen. Nur die Zahl der vorhandenen Sporen war von Bedeutung. Bei 2000 und mehr Sporen/g Wurstmasse, war in allen Fällen Zersetzung aufgetreten. Voraussetzung war allerdings eine Lagerungstemperatur, die den meist mesophilen oder sogar thermophilen Bombageerregern das Auskeimen und Vermehren gestattete. Lagen die Sporenzahlen niedriger, so war mit einer Hemmung der Sporenauskeimung zu rechnen (normalerweise werden in Dosen mit gepökelten Fleisch- und Wurstwaren 1 bis 2 lebensfähige Sporen/g gefunden (1,4,5)). Diese Hemmung wird aber in Dosen mit Kopfraum durch die Einwirkung der Luft offenbar abgeschwächt und so kommt es bei günstigen Temperaturen (über 15° C) zur Auskeimung der Sporen, Vermehrung der Keime und damit zur Zersetzung des Wurstgutes.

Bemerkenswert ist, daß ein Großteil der Dosen bei oft völliger Zersetzung der Würstchen keine, oder keine nennenswerte Gasbildung aufwies. An diesen Zersetzungen waren vorwiegend oder ausschließlich aerobe Sporenbildner beteiligt. Ähnliche Feststellungen sind schon früher beschrieben

worden (26, 45, 46, 50). Ein Teil der nicht bombierten Dosen mit zersetztem Inhalt, enthielt aber auch anaerobe Sporenbildner. Da die Gasbildung im allgemeinen als ein Charakteristikum der anaeroben Lebensmittelzersetzer beschrieben worden ist, muß es offen bleiben, ob die Anaerobier an den Zersetzungen unter geringer Gasentwicklung nur unmaßgeblich beteiligt waren und ob die Anaerobier unter bestimmten Bedingungen vielleicht auch in der fermentativen Leistung in Bezug auf die Gasbildung beeinflusbar sind. So wäre an einem Antagonismus zwischen überwiegenden Aerobiern und Anaerobiern zu denken, da Keime der Subtilis-Gruppe antibiotische Substanzen bilden können.

Bei der Suche nach dem oben erwähnten, die Sporenauskeimung hemmenden Stoff, wurde in Übereinstimmung mit Siliker, Greenberg und Schack (48) gefunden, daß Natriumnitrit in Mengen von über etwa 10 γ /g das Auskeimen der Sporen sicher verhindert, wenn sich deren Anzahl in normalen Grenzen bewegt. Die Hälfte dieser Nitritkonzentration ermöglichte dagegen schon das Auftreten bakterieller Erweichungsherde.

Nach dem Gesetz über die Verwendung salpetrigsaurer Salze im Lebensmittelverkehr (Nitritgesetz) vom 19. 6. 1934 (RG. Bl. I. S. 513) kann Nitrit nur in Form von Pökelsalz (0.5—0.6 % NaNO_2) bei der Herstellung von Fleischwaren angewendet werden. Wenn man eine Salzung von maximal 3 % voraussetzt, wäre demnach eine Ausgangskonzentration von 150 bis 180 γ /g Brät zu erwarten, die bei extremer Erhitzung (121° C) wie Kottler und Mitarbeiter (25) feststellen konnten, um 90 % absinken kann. Der Nitritabfall betrug bei normal gefüllten Dosen in den von mir durchgeführten Versuchen jedoch maximal nur ca. 80 %, so daß auch bei 1,4%igem Nitritpökelsatz immer noch eine ausreichende Nitritkonzentration verblieb, um das Auskeimen von Sporen zu verhindern. Die Würstchenteile im lufthaltigen „Kopfraum“ zeigten nun bei 37° C nach 3 Tagen und bei 18° C nach 13 Tagen einen Nitritgehalt unter dem kritischen Wert von 5 γ /g. Die von Aufgußflüssigkeit bedeckten Würstchenteile, in denen keine Erweichungsherde auftraten, enthielten über doppelt so viel NaNO_2 . In lakevollen Dosen lagen die Nitritwerte noch höher. Es muß also bei Dosen mit Kopfraum ein Faktor wirksam sein, der den Abbau des Nitrits beschleunigte. Vielleicht entsteht durch den Luftraum ein Gefälle für flüchtige Stickstoffverbindungen, das den Nitritabbau begünstigt. Daß die Lagerungstemperatur noch dazu den Nitritabbau beschleunigt, ist wiederholt beschrieben (12). Bei wärmeren Lagerungsbedingungen wird das Bakterienwachstum also nicht nur direkt, sondern auch indirekt durch den Nitritabfall begünstigt.

Bei den Untersuchungen erwiesen sich die ascorbinsäurehaltigen Würste anfälliger für Erweichungen. Da sie infolge der Reduktion durch die Ascorbinsäure nur etwa 50 % der Nitritkonzentration ascorbinsäurefreier Würste haben (9), ist die Hemmwirkung auch entsprechend geringer. Der Nitritge-

halt fällt auch hier durch längere Lagerung laufend ab (10, 23), so daß ein niedriger, aber zunächst noch hemmender Anfangsgehalt früher aufgebraucht wird, als bei normal hergestellten Würstchen. Dies erklärt die häufigere Zersetzung ascorbinsäurehaltiger Würste und beweist damit indirekt, daß das Nitrit ein wirksamer Stoff gegen die Sporenauskeimung ist.

Das Auftreten bakterieller Erweichungen in Dosenwürstchen, die nicht von Aufgußflüssigkeit bedeckt sind, ist demnach hauptsächlich durch einen stärkeren Nitritabfall in diesem Teil des Doseninhaltes bedingt.

E. Zusammenfassung der Ergebnisse

1. Bei der Belastung von Dosenwürsten durch längere Bebrütung bei 37° C, aber auch durch längere Lagerung bei Zimmertemperatur, traten in den Würstchenteilen, die von der Aufgußlake nicht bedeckt werden, Erweichungen durch sporenbildende Bakterien auf, die sich dadurch auszeichneten, daß sie oft ohne oder nur geringe Gasbildung einhergingen.
2. Die eingeschlossene Luft bedingt zwar einen etwas ungünstigeren Wärmegang, beeinflußt aber damit den Sterilisationsprozeß nicht. Die Temperaturunterschiede bei Dosen mit und ohne „Kopfraum“ betrugen maximal nur 4° C.
3. Das zu den Zersetzungserscheinungen führende Bakterienwachstum trat stets dann auf, wenn der Nitritgehalt des Wurstgutes unter 5—6 γ /g sank. Im lufthaltigen „Kopfraum“ wird insbesondere bei erhöhter Temperatur ein beschleunigter Abbau bewirkt. Es werden schon nach 3 Tagen bei 37° C bzw. nach 13 Tagen bei 18° C die kritischen Werte unterschritten, während die ganz mit Lake gefüllten Dosen unter gleichen Bedingungen ungleich höhere Nitritkonzentrationen aufwiesen und deshalb auch keine Erweichungsherde.
4. Eine Minderung des Nitritgehaltes und häufigere bakterielle Zersetzung bei Bebrütung, wiesen auch Würstchen mit Ascorbinsäurezusatz auf.
5. Massierte Infektionen mit Sporen heben die Hemmwirkung des Nitrits auf die Auskeimung auf. 2000 Sporen/g Wurstgut lagen bereits über der Toleranzgrenze.

Herrn Professor Dr. Kotter sei an dieser Stelle nochmals für die Überlassung des Themas gedankt. Dem Institut für Nahrungsmittelkunde, besonders Herrn Dr. Terplan, sei ebenfalls für die jederzeit gewährte freundliche Unterstützung von Herzen Dank gesagt.

F. Literaturverzeichnis

1. Ayres, J. C., und A. T. Adams: Occurrence and nature of bacteria in canned beef. *Food Technology* 7 (1953), 318;
2. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology, Seventh Edition, the Williams & Wilkins Company, Baltimore 1957;
3. Bulmann, C., und J. C. Ayres: Preservative Effect of various concentrations of curing salts in comminuted pork. *Food Technology* 6 (1952), 255;
4. Burke, M. V., K. H. Steinkraus und J. C. Ayres: Methods for determining the incidence of putrefactive anaerobic spores in meat products. *Food Technology* 4 (1950), 21;
5. Eklund, O. F., H. L. Roberts und H. A. Benjamin: Tests reveal faulty retorting practices. *Food Industry* 14 (1942), 62;
6. Evans, F. L., und F. W. Tanner: The effect of meat curing solutions on anaerobic bacteria. IV. The effect of mixed curing solution. *Ze. f. Bakt.* 91 (1934), 135;
7. Evans, H. L., und P. W. Board: Studies in canning process. I. Effect of headspace on heat penetration in products heating by conduction. *Food Technology* 8 (1954), 258;
8. Flatnitzer, I.: Das Fleisch und die Fleischdauerwaren. 4. Aufl., Verlag Leopold Stocker, Graz und Stuttgart 1958, S. 79;
9. Grau, R., und A. Böhm: Über die Wirkung von Ascorbinsäure bei der Brühwurstherstellung. *Fleischwirtschaft* 10 (1958), 23;
10. Grau, R., und A. Böhm: Über die Wirkung von Ascorbinsäure bei der Herstellung von Brüh- und Dosenwürstchen unter besonderer Berücksichtigung des Nitrit- und Nitratgehaltes der Waren. *Deutsche Lebensmittel Rundschau* 54 (1958), 269;
11. Grau, R., und A. Mirna: Über die Bestimmung von Nitrit, Nitrat und Kochsalz in Fleischwaren und Laken. *Zeitschrift für analytische Chemie* 158 (1956), 182;
12. Greenwood, D. A., W. M. Urbain, L. B. Jensen und W. L. Lewis: The heme pigments of cured meat. IV. Role of sugars in color of cured meat. *Food Research* 5 (1940), 625;

13. Gruber: Innen- und Außentemperaturen beim Konservieren von Konserven. *Konservenzeitung* 1908, Nr. 12, 175;
14. Grüttner, F., und H. Schwerdt: Taschenbuch der Fleischwarenherstellung. 4. Aufl., Verlag Dr. Serger und Hempel, Braunschweig 1956, S. 428 und 429;
15. Hauke, H.: Fehler bei der Herstellung von Bockwurstwaren. *Fleischermeister* 9 (1959), 249;
16. Heine, E. A.: Patentschrift des Reichspatentamtes vom 27. 2. 1942 Nr. 718007 ref. in *Fleischwirtschaft* 22 (1942), 213;
17. Heine, E. A.: Patentschrift des Reichspatentamtes vom 15. 9. 1942 Nr. 725067 ref. in *Fleischwirtschaft* 22 (1942), 264;
18. Heiss, R.: Thermische Fragen beim Sterilisieren und Pasteurisieren von Lebensmitteln. *Fette, Seifen, Anstrichmittel* 8 (1956), 623;
19. Jaremko, N.: Weitere Beobachtungen über das Weichwerden von Dosenwürstchen mit und ohne Bombageerscheinungen. *Arch. f. Lebensmittelhyg.* 10 (1959), 273;
20. Jensen, L. B., und W. R. Hess: A study of the effects of sodium nitrate on bacteria in meat. *Canner* 92 (1941), Nr. 12, 82;
21. Kamphans, S.: Über das Verhalten der Sporen obligat anaerober Bazillen (Bombageerreger bei Fleischkonserven) unter dem Einfluß der Temperaturen von 100—110° C. Inaug. Diss. Hannover 1956;
22. Kelch, F.: Differenzierung von Clostridien aus Fleischkonserven. *Zentralblatt für Veterinärmedizin* 1957, 721;
23. Koller, R.: Salz, Rauch und Fleisch. Verlag „Das Bergland Buch“, Salzburg 1941, S. 188;
24. Kotter L.: Gutachten über Erweichungsherde in Dosenwürstchen vom 3. 10. 1956;
25. Kotter, L., O. Prändl, B. Rolle und G. Terplan: Zur Verwendung von Nitritpökelsalz und Salpeter bei der Fleischverarbeitung. Ist eine Änderung des Nitritgesetzes notwendig? *Arch. f. Lebensmittelhyg.* 9 (1958), 217;
26. Konservenprüfung im Brutschrank. — Zersetzte Dosenwürstchen ohne Gasbildung. *Allg. Fleischer-Ztg.* 1952 Nr. 132;
27. Lechowich, R. V., J. B. Evans und C. F. Niven jr.: Effect of curing ingredients and procedures on the survival and growth of staphylococci in and on cured meats. *Applied Microbiology* 4 (1956), 360;

28. Leistner, L.: Ein einfaches Verfahren zur Zählung und Züchtung von Anaerobiern. Fleischwirtschaft 7 (1955), 109;
29. Lerche, M.: Lerche, Goertler und Rievel, Lehrbuch der tierärztlichen Lebensmittelüberwachung. 2. Aufl., Verlag M. und H. Schaper, Hannover 1942, S. 602;
30. Müller, E.: Methoden der organischen Chemie. Bd. II. Analytische Methoden. 4. Aufl., Verlag Georg Thieme, Stuttgart 1953, S. 755;
31. Muntsch, O.: Über den Wärmegang beim Sterilisieren von Fleischkonserven. Zeitschrift für Hygiene 112 (1937), 393;
32. Neue Fleischerzeitung 68 (1951), Nr. 102;
33. Neue Fleischerzeitung 70 (1953), Nr. 21;
34. Neue Fleischerzeitung 70 (1953), Nr. 51;
35. Sorgfältige Brätverarbeitung verhindert Bombagen. Neue Fleischerzeitung 73 (1956), Nr. 80;
36. Die Räucherung von Dosenwürstchen. Neue Fleischerzeitung. 74 (1957), Nr. 10;
37. Ogilvy, W. S., und J. C. Ayres: The effect of atmospheres containing carbon dioxide in prolonging the storage life of Frankfurters. Food Technology 5 (1951), 300;
38. Rievel, H.: Wärmegang in Fleischkonserven während der fabriküblichen Sterilisierung. Fleischwirtschaft 21 (1941), Nr. 18, 11;
39. Rievel, H.: Lerche, Goertler und Rievel, Lehrbuch der tierärztlichen Lebensmittelüberwachung. 2. Aufl., Verlag M. und H. Schaper, Hannover 1942, S. 250;
40. Rievel, H.: Fachgerechte Herstellung von Dosenwürstchen. Fleischwirtschaft 6 (1954), 86;
41. Schönberg, F.: Über Massenbombagen von Dosenwürstchen, ihre Ursache und ihre Verhütung. Dt. Tierärztl. Wschr. 44 (1937), 705;
42. Schönberg, F.: Über die Zersetzungsursachen bei Fleisch- und Wurstwarenkonserven. Zeitschrift für Fleisch- und Milchhygiene 52 (1942), 249;
43. Schönberg, F.: Was muß der Hersteller von Dosenwürstchen über die Ursachen der Bombagen und über Maßnahmen zu ihrer Verhütung wissen? Fleischwirtschaft 2 (1950), 7;
44. Schönberg, F.: Auffällige Bombagen. Fleischwirtschaft 2 (1950), 261;
45. Schönberg, F.: Über die partielle Erweichung von Dosenwürstchen ohne Bombageerscheinungen. Arch. v. Lebensmittelhyg. 6 (1955), 273;

46. Schönberg F., und E. Walz: Erweichung und Zersetzung von Mortadella in Dosen. *Fleischwirtschaft* 5 (1958), 320;
47. Schönberg, F.: Die Untersuchung von Tieren stammender Lebensmittel. 7. Aufl., Verlag M. und H. Schaper, Hannover 1959, S. 138;
48. Siliker, J. H., R. A. Greenberg und W. R. Schack: Effect of individual curing ingredients on the shelf stability of canned comminuted meats. *Food Technology* 12 (1958), 551;
49. Stumbo, C. R., C. E. Cross und C. Vinton: Bacteriological studies relating to thermal processing of canned meat.
II. Influence of meat curing agents upon thermal resistance of spores of a putrefactive anaerobic bacterium in meat. *Food Research* 10 (1945), 283;
50. Summermatter, P.: Massenerweichung der Wursthülle bei Bratwürsten in Dosen durch *Bac. subtilis*. *Arch. f. Lebensmittelhyg.* 9 (1958), 227;
51. Würstchen in der Dose erweicht! *Allg. Fleischerzeitung* 1952, Nr. 138;
52. Winter, F.: Verhinderung von Bombagen. *Neue Fleischerzeitung* 72 (1955) Nr. 59;
53. Yesair, J., und E. J. Cameron: Inhibitive effect of curing agents on anaerobic spores. *The Canner* 94 II (1942), 89.

E. Lebenslauf

Am 12. November 1935 wurde ich als zweiter Sohn des Studienrats Hans Bauer und seiner Ehefrau Hilde, geborene Kann, geboren und nach evangelischem Glauben auf den Namen Kurt getauft. Nach dem Besuch der Volksschule in Ludwigshafen am Rhein und in Erlangen, trat ich in die dortige Oberrealschule ein. 1954 erwarb ich dann in Kulmbach das Reifezeugnis. Im Wintersemester 1954/55 immatrikulierte ich an der Tierärztlichen Fakultät der Universität München, wo ich auch 1956 das Physikum ablegte. Das weitere Studium an der Tierärztlichen Hochschule in Wien und an der Universität München schloß ich 1959 in München mit dem tierärztlichen Staatsexamen ab. Am Institut für Nahrungsmittelkunde und bei dem Städtischen Veterinärrat zu Nürtingen leistete ich je ein Vierteljahr meiner Veterinärpraktikantenzeit ab. Nach der am 1. März 1960 erteilten Approbation war ich als Assistent tätig.

Professor Dr. Kotter überließ mir dankenswerterweise 1957 ein Dissertationsthema, zu dessen Erarbeitung mir am Institut für Nahrungsmittelkunde die Möglichkeit geboten wurde.

